

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-63779

(P2004-63779A)

(43) 公開日 平成16年2月26日(2004.2.26)

(51) Int.Cl.⁷H 0 1 L 21/205
C 2 3 C 16/455
C 2 3 C 16/458

F 1

H 0 1 L 21/205
C 2 3 C 16/455
C 2 3 C 16/458

テーマコード (参考)

4 K 0 3 0
5 F 0 4 5

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2002-220027 (P2002-220027)
(22) 出願日 平成14年7月29日 (2002.7.29)(71) 出願人 000184713
コマツ電子金属株式会社
神奈川県平塚市四之宮3丁目25番1号
(74) 代理人 100115897
弁理士 田中 秀晴
(72) 発明者 甲斐 秀将
神奈川県平塚市四之宮三丁目25番1号
コマツ電子金属株式会社内
Fターム(参考) 4K030 AA03 AA06 BA29 BB02 CA04
CA12 EA06 EA11 FA10 KA23
LA12 LA15
5F045 AB02 AC05 AC19 AF03 BB02
DP04 EE13 EE15 EE20 EF20
EK12 EK13 EM02 EM07 EM10

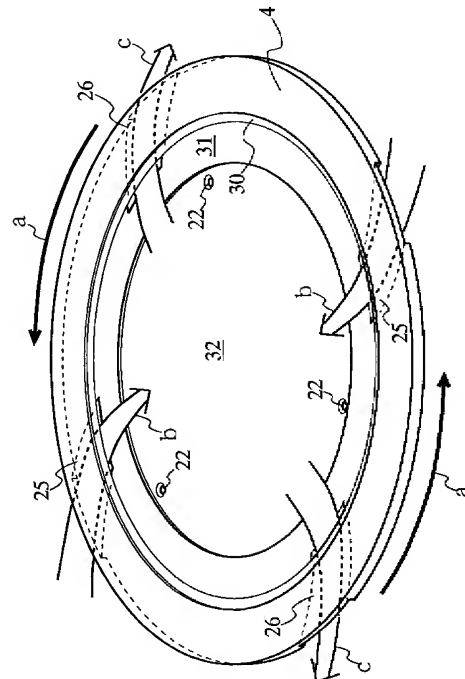
(54) 【発明の名称】 エピタキシャルウェーハ製造装置及びサセプタ構造

(57) 【要約】

【課題】 サセプタの表面側からサセプタの下方へ大量の原料ガスを流すことなく、ウェーハポケットに充満したドーパント種を含む雰囲気を排出可能なサセプタ構造を提供する。

【解決手段】 略円板形状をなし、表面にウェーハ12を収容する凹状のウェーハポケット13を有するサセプタ4であって、サセプタ4の側面または裏面からウェーハポケット13に貫通するガス流入用切欠き25と、ウェーハポケット13からサセプタ4の側面または裏面に貫通するガス排出用切欠き26と、を有する。エピタキシャル成膜時におけるサセプタ4の回転を利用して、矢印bで示すようにキャリアガスがサセプタ4のガス流入用切欠き25からウェーハポケット13内に流入し、矢印cで示すようにウェーハポケット13内のガスがガス排出用切欠き26から排出される。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

略円板形状をなし、表面にウェーハを収容する凹状のウェーハポケットを有するサセプタであって、

前記サセプタの側面または裏面から前記ウェーハポケットに貫通するガス供給用路と、
前記ウェーハポケットから前記サセプタの側面または裏面に貫通するガス排出用路と、
を有するサセプタ。

【請求項 2】

前記ガス供給用路は、前記サセプタの回転にしたがって前記ウェーハポケット内にガスを供給する形状をなし、

前記ガス排出用路は、前記サセプタの回転にしたがって前記ウェーハポケット内のガスを排出する形状をなし、

ことを特徴とする請求項 1 に記載のサセプタ。

【請求項 3】

ガスの供給口と排出口を有するチャンバと、

前記チャンバ内に配置され、表面にウェーハを収容する凹状のウェーハポケットと、側面または裏面から前記ウェーハポケットに貫通するガス供給用路と、前記ウェーハポケットから側面または裏面に貫通するガス排出用路と、を有する略円板状のサセプタと、

前記サセプタを支持する支持手段と、

前記チャンバ内の前記サセプタとウェーハを加熱する加熱手段と、

を備えるエピタキシャルウェーハ製造装置。

【請求項 4】

前記チャンバ内の前記サセプタよりも上方にのみ原料ガスを含むキャリアガスを供給するガス供給口を備える、

ことを特徴とする請求項 3 に記載のエピタキシャルウェーハ製造装置。

【請求項 5】

チャンバと、

前記チャンバ内に配置され、表面にウェーハを収容する凹状のウェーハポケットを有するサセプタと、

前記サセプタを支持する支持手段と、

前記チャンバ内の前記サセプタとウェーハを加熱する加熱手段と、

を備えるエピタキシャルウェーハ製造装置であって、

前記チャンバ内の前記サセプタの上方に原料ガスを含むキャリアガスを供給するガス供給口と、

前記チャンバ内の前記サセプタの下方に前記キャリアガスよりも重いガスを供給する重ガス供給口と、

を備えるエピタキシャルウェーハ製造装置。

【請求項 6】

チャンバ内に配置され、表面にウェーハを収容する凹状のウェーハポケットを有するサセプタの、前記ウェーハポケットにウェーハを載置するステップと、

前記ウェーハポケットに前記サセプタの下部からガスを供給するステップと、前記ウェーハポケット内のガスを前記サセプタの下部から排出するステップと、

前記チャンバ内の前記サセプタと前記ウェーハを加熱するステップと、

を含むことを特徴とするエピタキシャルウェーハ製造方法。

【請求項 7】

チャンバ内に配置されたサセプタ上にウェーハを載置するステップと、

前記チャンバ内の前記サセプタの上方に原料ガスを含むキャリアガスを供給し、前記サセプタの下方に前記キャリアガスよりも重いガスを供給するステップと、

前記チャンバ内の前記サセプタと前記ウェーハを加熱するステップと、

を含むことを特徴とするエピタキシャルウェーハ製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ウェーハにエピタキシャル層を形成するためのエピタキシャルウェーハ製造装置、サセプタ構造およびエピタキシャルウェーハ製造方法に関し、特に、エピタキシャルウェーハの表面周縁部におけるドーパント濃度の上昇を抑制可能なエピタキシャルウェーハ製造装置、サセプタ構造およびエピタキシャルウェーハ製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

ウェーハの表面にシリコンの結晶層を成長させることにより、結晶欠陥がなく、所望の抵抗率を有するシリコンウェーハを製造する技術が知られている。このシリコンの結晶層は、例えば直径が200mmで厚さが0.75mmのウェーハの場合に数 μ m程度の厚さを有する極薄い層であり、一般的にエピタキシャル層と呼ばれ、このエピタキシャル層を形成する装置をエピタキシャルウェーハ製造装置と呼んでいる。エピタキシャルウェーハ製造装置は、膜厚制御の容易性および膜品質の面から、主にシリコンウェーハを1枚ずつ処理する枚葉式のものが使用されることが多くなった。

【0003】

図1に示すように、この枚葉式のエピタキシャルウェーハ製造装置においては、通常、ウェーハを1枚だけ水平に支持するサセプタ4（ウェーハ支持台）が処理チャンバ2内に設けられている。また、サセプタ4上にウェーハ12を搬送するために、ウェーハ12をサセプタ4に対して上下動させるためのリフト機構を設けている。リフト機構は、サセプタ4を貫通して延びる複数本のリフトピン23を有しており、これらのリフトピン23の一端にウェーハ12を載せ、サセプタ4に対して相対的にリフトピン23を上下動させることでウェーハ12を昇降させる。このようなリフト機構により、搬送用アームのハンドに載せられてチャンバ2内に運ばれてきたウェーハ12をサセプタ4上に移載したり、或いはその逆に、ウェーハ12をサセプタ4からハンドに受け渡したりすることが可能となる。

【0004】

また、エピタキシャル層の成長を行うためには、サセプタ4上で支持されたウェーハ12を高温に加熱する必要がある。このため、多数のハロゲンランプ（赤外線ランプ）等の熱源8、9を処理チャンバ2の上下に配置し、サセプタ4及びウェーハ12を加熱している。

【0005】

サセプタ4は、炭素Cの基材に炭化シリコンSiCの被膜を施したものであり、ウェーハ12を加熱する際にウェーハ12全体の温度を均一に保つ均熱盤としての役割を果たす。図2に示すようにサセプタ4の上面には、例えばシリコンウェーハを収めるためにウェーハ12より一回り大きく、深さが1~2mm程度のウェーハポケットと呼ばれるくぼみが形成されている。ウェーハポケット13の内表面は、ウェーハの外周部のみで接触するようにテーパ面とする構成が用いられ、ウェーハポケット13の内表面とウェーハ12の面接触をできるだけ減らすように工夫が施されている。このウェーハポケット13内にウェーハ12を收容し、所定温度にて原料ガスを含むキャリアガス中にサセプタ4を保持することにより、ウェーハ12の表面にシリコン薄膜よりなるエピタキシャル層が成長する。ここで原料ガスとは、シリコンソースガスとドーパントガスを指している。

【0006】

シリコンソースガスには、トリクロロシラン SiHCl_3 やジクロロシラン SiH_2Cl_2 等のクロロシラン系ガスが、またドーパントガスには、ジボラン（P型）やホスフィン（N型）が使われるのが一般的である。これらのガスはキャリアガスである水素 H_2 とともにチャンバ内に導入され、ウェーハ表面において熱CVD反応によるシリコンエピタキシーとともに副生成物として HCl が生成する。従って、ウェーハ表面においてはシリコンエピタキシーが進行するが、ウェーハ裏面においては主にガス拡散による回り込みによ

10

20

30

40

50

り $\text{Si}-\text{H}-\text{Cl}$ 系雰囲気形成され、 $\text{Si}-\text{H}-\text{Cl}$ 系雰囲気でウェーハ裏面からのドーパント種の放出が起こる。

【0007】

その結果、ウェーハポケット13に充満したドーパント種を含む雰囲気が拡散によりウェーハ表面へ回り込み、ウェーハ12の表面周縁部において局所的に気相中のドーパント濃度が上昇するため、エピタキシャル層中のドーパント濃度がウェーハ表面周縁部において上昇する現象が見られる。

【0008】

上記のようにウェーハポケット13に充満したドーパント種を含む雰囲気がウェーハ表面に回り込むのを防ぐために、特開平10-223545号公報に記載された発明は、図1 10
6に示すようにウェーハポケット13の最外周部にサセプタ4の裏面に貫通する孔部50を設けている。このようにウェーハポケット13の最外周部にサセプタ4表面から裏面に貫通する孔部50を設けることにより、サセプタ4の表面側を流れる原料ガスを含むキャリアガスが孔部50を通してサセプタ4の下方に流出するため、ウェーハポケット13に充満したドーパント種を含む雰囲気がウェーハ12の表面に回り込むのを防止することができる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

特開平10-223545号公報に記載された発明のようにサセプタ4の表面側からサセプタ4の下方にガスを流出させる場合には、キャリアガスとともに反応性の強いトリクロ 20
ロシラン SiHCl_3 やジクロロシラン SiH_2Cl_2 等の原料ガスおよび気相中で分解した Si アモルファス、 HCl などが下部チャンバ7bに大量に流出する。

【0010】

図1を参照すればわかる通り下部チャンバ7bは、ウェーハ12の回転駆動機構、リフト機構、搬送用アームの進入経路等を含んでおり、掃除をすることは非常に困難である。上記のような原料ガスや分解生成物の侵入は、大幅なメンテナンス時間の増大をもたらし、生産性の悪化要因となる。また、メンテナンス費用の増大も無視できない。

【0011】

さらに、下部チャンバ7b側からも熱源9により加熱しているため、チャンバ内壁の汚れはサセプタ4の加熱の不均一や再現性の悪化をもたらし、ウェーハ品質のバラツキの原因 30
にもなる。

【0012】

本出願に係る発明は、上記のような問題点を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、サセプタの表面側からサセプタの下方へ大量の原料ガスを流すことなく、ウェーハポケットに充満したドーパント種を含む雰囲気を排出可能なエピタキシャルウェーハ製造装置およびサセプタ構造を提供することにある。

【0013】

また、本出願に係る発明の他の目的は、サセプタの表面側からサセプタの下方へ原料ガスが流れにくいエピタキシャルウェーハ製造装置およびエピタキシャルウェーハ製造方法を提供することにある。 40

【0014】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本出願に係る第1の発明は、略円板形状をなし、表面にウェーハを収容する凹状のウェーハポケットを有するサセプタであって、前記サセプタの側面または裏面から前記ウェーハポケットに貫通するガス供給用路と、前記ウェーハポケットから前記サセプタの側面または裏面に貫通するガス排出用路と、を有するサセプタである。

【0015】

また、本出願に係る第2の発明は、前記ガス供給用路は、前記サセプタの回転にしたがって前記ウェーハポケット内にガスを供給する形状をなし、前記ガス排出用路は、前記サセプタの回転にしたがって前記ウェーハポケット内のガスを排出する形状をなす、ことを特 50

徴とする上記第 1 の発明に記載のサセプタである。

【0016】

さらに、本出願に係る第 3 の発明は、ガスの供給口と排出口を有するチャンバと、前記チャンバ内に配置され、表面にウェーハを収容する凹状のウェーハポケットと、側面または裏面から前記ウェーハポケットに貫通するガス供給用路と、前記ウェーハポケットから側面または裏面に貫通するガス排出用路と、を有する略円板状のサセプタと、前記サセプタを支持する支持手段と、前記チャンバ内の前記サセプタとウェーハを加熱する加熱手段と、を備えるエピタキシャルウェーハ製造装置である。

【0017】

また、本出願に係る第 4 の発明は、前記チャンバ内の前記サセプタよりも上方にのみ原料ガスを含むキャリアガスを供給するガス供給口を備える、ことを特徴とする上記第 3 の発明に記載のエピタキシャルウェーハ製造装置である。

10

【0018】

さらに、本出願に係る第 5 の発明は、チャンバと、前記チャンバ内に配置され、表面にウェーハを収容する凹状のウェーハポケットを有するサセプタと、前記サセプタを支持する支持手段と、前記チャンバ内の前記サセプタとウェーハを加熱する加熱手段と、を備えるエピタキシャルウェーハ製造装置であって、前記チャンバ内の前記サセプタの上方に原料ガスを含むキャリアガスを供給するガス供給口と、前記チャンバ内の前記サセプタの下方に前記キャリアガスよりも重いガスを供給する重ガス供給口と、を備えるエピタキシャルウェーハ製造装置である。

20

【0019】

また、本出願に係る第 6 の発明は、チャンバ内に配置され、表面にウェーハを収容する凹状のウェーハポケットを有するサセプタの、前記ウェーハポケットにウェーハを載置するステップと、前記ウェーハポケットに前記サセプタの下部からガスを供給するステップと、前記ウェーハポケット内のガスを前記サセプタの下部から排出するステップと、前記チャンバ内の前記サセプタと前記ウェーハを加熱するステップと、を含むことを特徴とするエピタキシャルウェーハ製造方法である。

【0020】

さらに、本出願に係る第 7 の発明は、チャンバ内に配置されたサセプタ上にウェーハを載置するステップと、前記チャンバ内の前記サセプタの上方に原料ガスを含むキャリアガスを供給し、前記サセプタの下方に前記キャリアガスよりも重いガスを供給するステップと、前記チャンバ内の前記サセプタと前記ウェーハを加熱するステップと、を含むことを特徴とするエピタキシャルウェーハ製造方法である。

30

【0021】

【発明の実施の形態】

以下、本出願に係る発明の実施の形態について、図 1 ～図 1 5 および図 1 7 に基づいて詳細に説明する。

【0022】

〔装置全体の説明〕

図 1 は、本発明に係るエピタキシャルウェーハ製造装置 1 の概略構造を示す縦断面である。本発明のエピタキシャルウェーハ製造装置自体の概略構造は、従来技術で説明したエピタキシャルウェーハ製造装置とほぼ同様であるため、同一図面を用いて説明する。同図においては、チャンバ 2 の構造を主に記載しており、チャンバ 2 の下方に設けた回転駆動機構については、具体的な図示を省略している。

40

【0023】

チャンバ 2 は、円筒状のベースリング 3 を円板状の上部窓 5 および受皿状の下部窓 6 によって上下から挟んでなり、内部の閉空間は反応炉を形成する。上部窓 5 および下部窓 6 は、熱源からの光を遮ることが無いように透光性を有する石英を用いている。チャンバ 2 内に形成された反応炉は、ウェーハ 1 2 よりも上部の空間である上部チャンバ 7 a と、ウェーハ 1 2 よりも下部の空間である下部チャンバ 7 b とに大別される。

50

【0024】

さらに、反応炉を加熱する熱源 8, 9 をチャンバ 2 の上下に備えている。本実施の形態においては、上下の熱源 8, 9 はそれぞれ複数本のハロゲンランプ（赤外線ランプ）から構成されている。

【0025】

チャンバ 2 内には、ウェーハ 1 2 を上部に支持するサセプタ 4 を収納している。サセプタ 4 は上方から見ると円板形状をしており、その直径はウェーハ 1 2 よりも大きく、サセプタ 4 の上面にはウェーハ 1 2 が収納される円形凹状のウェーハポケット 1 3 を設けている。サセプタ 4 は、本例においては炭素 C の基材に炭化シリコン SiC の被膜を施したものであり、ウェーハ 1 2 を加熱する際にウェーハ 1 2 全体の温度を均一に保つ均熱盤としての役割を果たす。そのため、サセプタ 4 はウェーハ 1 2 よりも数倍の厚さおよび数倍の熱容量を有している。

10

【0026】

ウェーハ 1 2 の上面に均一なエピタキシャル層が形成されるように、エピタキシャル層成長処理操作の間、サセプタ 4 はウェーハ 1 2 の板面と平行な面内において垂直軸を回転中心として回転動作をする。当然のことながら、サセプタ 4 に設けたウェーハポケット 1 3 の中心は、サセプタ 4 の回転中心と一致する。

【0027】

サセプタ 4 の下方には、サセプタ 4 の回転軸となる円柱状または円筒状のサセプタ支持軸 1 4 が垂直に配置され、サセプタ支持軸 1 4 の上部にはサセプタ 4 を水平に支持する 3 本のサセプタアーム 1 5 を備える。3 本のサセプタアーム 1 5 は上方から見たときにそれぞれが 120° の角度をなすように放射状に配置され、サセプタアーム 1 5 の先端に設けた上方向凸部がサセプタ 4 の下面に当接してサセプタ 4 を支持する。

20

【0028】

サセプタ支持軸 1 4 は、その軸心とサセプタ 4 の円板中心とが一致する位置に垂直に配置され、サセプタ支持軸 1 4 の回転によりサセプタ 4 が回転する。サセプタ支持軸 1 4 への回転は、不図示の回転駆動機構によって与えられる。サセプタ支持軸 1 4 およびサセプタアーム 1 5 は、下部熱源 9 からの光を遮ることのないよう、透光性の石英から形成されている。

【0029】

図 2 はサセプタ 4 の縦断面を模式的に表した図である。サセプタ 4 のウェーハポケット 1 3 は、以下に説明するように複数の段部およびテーパ面からなる。例えば、直径 300 mm のウェーハをエピタキシャル成膜処理する装置においては、サセプタ 4 として直径が 350 ~ 400 mm、厚さが 3 ~ 6 mm の円板部材を用いる。

30

【0030】

サセプタ 4 の上面外周から 20 ~ 40 mm 中心に向かった位置に、円形凹部である第 1 の段部 30 を設けている。第 1 の段部 30 はサセプタ 4 の上面から 0.4 ~ 0.7 mm 下がった位置に設けた円形の平坦面であり、サセプタ 4 の上面と平行すなわち水平面である。

【0031】

さらに、第 1 の段部 30 の外周から 5 ~ 6 mm 中心に向かった位置を始点として、緩やかな傾斜を有するテーパ面 31 を設けている。テーパ面 31 は、第 1 の段部 30 よりも更に約 0.1 mm 程下がった位置から始まり、中心に向かって 24 ~ 27 mm の距離に対して約 0.1 mm 下がる勾配を有する非常に緩やかなロート形状をなす。

40

【0032】

テーパ面 31 から更に中心に向かって、円形凹部である第 2 の段部 32 を設けている。第 2 の段部 32 はテーパ面 31 から約 0.3 mm 下がった位置に設けた円形の平坦面であり、サセプタ 4 の上面と平行すなわち水平面である。

【0033】

図 2 では説明の都合上 2 個しか図示していないが、第 2 の段部 32 には 3 個の貫通穴 22 が設けられ、各々の貫通穴 22 の上部は上方に向かって拡大開口する皿状穴 22' を形成

50

している。3個の貫通穴22にはそれぞれウェーハ支持用のリフトピン23が挿通している。この貫通穴22の穴径はリフトピン23の直径よりも大きくし、サセプタ4に対してリフトピン23が上下動する際に接触しない大きさを有するように形成する。

【0034】

リフトピン23は、石英、シリコンSi、炭化シリコンSiC、石英にシリコンSi又は炭化シリコンSiCの被膜を施したもの等よりなる。リフトピン23は円柱または円筒状をなし、上端部には、皿状穴22'に対応するように下部外周にテーパ面24bを有する頭部24を備える。この頭部24のテーパ面24bのテーパ角は、皿状穴22'のテーパ面のテーパ角と適合する。この結果、頭部24は皿状穴22'の内壁に対し優れたシールを与え、これにより原料ガスがリフトピン23と貫通穴22の内壁との間を通して漏れることが防止される。

10

【0035】

頭部24の上部24aは頂角が鈍角をなす円錐形状をなし、ウェーハ裏面を支持する際の接触面積を極めて小さくすることにより、リフトピン23によるウェーハ裏面への傷の発生を防止している。リフトピン23は頭部24がサセプタ4の皿状穴22'の内壁に係合し、リフトピン23が下降した状態においては、自重により鉛直に垂下される。このとき、頭部24の上部24aが第2の段部32の上面から突出することはない。

【0036】

図1に示すように、リフトピン23はサセプタ4に垂下され、その胴部はサセプタアーム15に設けた貫通穴を挿通している。リフトピン23は後述のリフトアーム16とは分離した独立の単体構造であるため、サセプタ4が回転するときには、サセプタ4とともにリフトピン23も回転するが、リフトアーム16は停止した状態を保つ。リフトピン23の胴部がサセプタアーム15に設けた貫通穴を挿通しているため、サセプタ4が回転したときに、リフトピン23が遠心力によって傾くのを防止することができる。

20

【0037】

サセプタ支持軸14の外周には、サセプタ支持軸14に対して摺動可能な内径を有する円筒状のリフト軸17を設けている。リフト軸17の上端には、上方から見た際にそれぞれが120°の角度をなすように放射状に配置された3本のリフトアーム16を備える。リフトピン23が下降してエピタキシャル成膜処理をしている間は、リフトアーム16とリフトピン23の下端は非接触状態を保ち、サセプタ4の回転時にリフトアーム16がリフトピン23に余計な負荷を加えることはない。

30

【0038】

ウェーハ12をサセプタ4から上昇させる場合には、各リフトピン23がリフトアーム16上に位置合わせされたところでサセプタ4の回転を停止させ、リフトアーム16を上昇またはサセプタ支持軸14を下降させる。それにより、リフトピン23の下端がリフトアーム16に当接してリフトピン23の頭部24がサセプタ4から上昇し、ウェーハ12は頭部24によって下方から押し上げられてウェーハポケット13から上昇する。

【0039】

図1に示すように、サセプタ4の外周にはサセプタ4を取り囲むように、サセプタ4とほぼ同じ厚さを有する円環状の余熱リング19を固定配置している。余熱リング19の内周面はサセプタ4の外周面に対して接触しないだけの間隔をとって配置され、サセプタ4は余熱リング19と独立して回転することができる。余熱リング19は、サセプタ4と同様に炭素Cの基材に炭化シリコンSiCの被膜を施したものであり、サセプタ4の外周部における熱容量の変化に伴う急激な温度変化を防止する役割を果たす。このようにサセプタ4の周りに余熱リング19を設けることにより、サセプタ4は中心部から外周部に亘ってほぼ均一に加熱される。

40

【0040】

図1に示すようにベースリング3には、ガス供給口10aとガス排出口11を設けている。同図向かって左側のガス供給口10aから原料ガスを含んだキャリアガスを供給し、右側のガス排出口11から排出する。チャンバ外部に設けた不図示のガス供給ユニットより

50

、ガス供給口10aを通して、チャンバ2内に原料ガスおよびキャリアガスが供給される。

【0041】

ガス供給口10aは、ベースリング3の内周面において余熱リング19よりも上側に開口を有し、上部チャンバ7a内に水素ガス H_2 或いは、原料ガスを含んだ水素ガスを供給する。原料ガスは、主にトリクロロシラン $SiHCl_3$ やジクロロシラン SiH_2Cl_2 等のクロロシラン系のシリコンソースガスに、ジボラン（P型）やホスフィン（N型）のドーパントガスが添加されたものである。これらのガスはキャリアガスである水素ガス H_2 とともに上部チャンバ7a内に導入される。

【0042】

さらに、下部供給口10bがガス供給口10aとは別に設けられ、チャンバ外部に設けた不図示のガス供給ユニットより、下部供給口10bを通して下部チャンバ7b内に水素ガス H_2 が供給される。下部供給口10bは、ベースリング3の内周面において余熱リング19よりも下側に開口を有し、下部チャンバ7b内に水素ガス H_2 を供給する。このように、上部チャンバ7a側にのみ原料ガスを供給することにより、下部チャンバ7bにおける原料ガスの無用な反応を防止することができる。

【0043】

ガス排出口11は、ベースリング3の内周面に余熱リング19よりも上側および下側に2つの開口を有し、上部チャンバ7aおよび下部チャンバ7bからのガスをひとまとめにしてチャンバ2の外へ排出する。

【0044】

〔第1の実施の形態〕

次に第1の実施の形態におけるサセプタの構造について、図3～図7を用いて詳細に説明する。

【0045】

図3はサセプタ4の表面側の斜視図、図4はサセプタ4の裏面側の斜視図である。図3及び図4に示すようにサセプタ4は、サセプタ4の裏面側から厚さ方向でサセプタ4の中腹に至る4個の切欠きを備える。各切欠きは、サセプタ4の外周面に長方形の開口を有する。4個の切欠きは、サセプタ4の中心に対して対称の位置に配置された切欠き同士が対をなし、2個のガス流入用切欠き25と、2個のガス排出用切欠き26を形成する。図4に示すように、サセプタ4の裏面側から見ると、ガス流入用切欠き25とガス排出用切欠き26は緩やかな曲線を描く幅広の溝である。溝の断面形状は、サセプタ4の外周からサセプタ4の中心部に向かうにつれて狭くなる方が好ましいが、一定であってもよい。

【0046】

図5はサセプタ4の平面図、図6はサセプタ4の底面図である。図5に示すようにガス流入用切欠き25は右巻き方向で中心に向かって渦を巻くように形成され、ガス排出用切欠き26は右巻き方向で外側に向かって渦を巻くように形成される。

【0047】

図7は図5のB-B'断面図である。ガス流入用切欠き25とガス排出用切欠き26は共に同様な断面形状を有するため、ここではガス流入用切欠き25の断面形状についてのみ説明する。図7に示すように、ガス流入用切欠き25はサセプタ4の外周面からテーパ面31の開始位置に至るまで、中心方向に向かって溝を形成し、さらに、サセプタ4を斜めに10～45°の角度で貫通してテーパ面31に開口を形成する。より好ましくはサセプタ4を20°の角度で貫通するのがよい。その結果、サセプタ4の裏面にはサセプタ4の外周面から中心方向に向かって曲線を描く溝が形成され、テーパ面31に差し掛かったところでウェーハポケット13に貫通する。

【0048】

図3の矢印aで示すように、上方から見た場合にサセプタ4は反時計方向に回転する。すると、矢印bで示すように下部チャンバ7b内のキャリアガスがサセプタ4のガス流入用切欠き25からウェーハポケット13内に流入し、矢印cで示すようにウェーハポケット

10

20

30

40

50

1 3 内のガスがガス排出用切欠き 2 6 から排出される。このように、サセプタ 4 の裏面側からガス流入用切欠き 2 5 を通ってキャリアガスが流入して、ウェーハポケット 1 3 内を循環し、ガス排出用切欠き 2 6 を通ってサセプタ 4 の裏面側に排出される。

【0049】

したがって、第 1 の実施の形態におけるサセプタ 4 によれば、サセプタ 4 の表面側からサセプタ 4 の下方へ大量の原料ガスを流すことなく、エピタキシャル成長の過程でウェーハの裏面から放散されるドーパント種を含む雰囲気ガスをウェーハポケット 1 3 から排出することが可能になる。

【0050】

また、エピタキシャル成膜時におけるサセプタ 4 の回転を利用して、ウェーハポケット 1 3 内のガスを強制的に排出するため、ウェーハポケット 1 3 に充満したドーパント種を含む雰囲気がウェーハ 1 2 の表面に回り込むのをより効果的に防止することができる。本実施の形態においては、ガス流入用切欠き 2 5 とガス排出用切欠き 2 6 を曲線状の溝として形成することによりウェーハポケット 1 3 内のガスを強制的に排出する構成としたが、曲線状の溝でない場合であってもウェーハポケット 1 3 内のガスを排出する効果を奏することができる。

【0051】

更に、本実施の形態におけるサセプタ 4 によれば、ガス流入用切欠き 2 5 とガス排出用切欠き 2 6 が対称形状であるため、サセプタ 4 を正逆何れの方法に回転させた場合であっても、ウェーハポケット 1 3 内のガスを強制的に排出することができる。例えば、図 5 に示す反時計回りとは反対の方向（時計回り）に回転させた場合には、ガス流入用切欠き 2 5 がガス排出用として機能し、ガス排出用切欠き 2 6 がガス流入用として機能する。

【0052】

尚、本実施の形態においては、ガス流入用切欠き 2 5 およびガス排出用切欠き 2 6 は、サセプタ 4 の裏面側からテーパ面 3 1 に貫通している例を示したが、両方若しくは一方が第 2 の段部 3 2 に貫通していても良い。また、ガス流入用切欠き 2 5 およびガス排出用切欠き 2 6 の個数は設計により種々の変更が可能であり、それぞれが少なくとも 1 個以上であればよい。

【0053】

〔第 2 の実施の形態〕

図 1 4 及び図 1 5 に他の例を示す。図 1 4 はサセプタ 4 を上面から見た平面図、図 1 5 は D-D' 断面図である。ウェーハの裏面形状は第 1 の実施の形態と同様であるため、図 4 を参照して説明する。

【0054】

サセプタ 4 は、第 1 の実施の形態と同様に、サセプタ 4 の裏面側から厚さ方向でサセプタ 4 の中腹に至る 4 個の切欠きを備え、各切欠きはサセプタ 4 の外周面に長方形の開口を有する。4 個の切欠きは、サセプタ 4 の中心に対して対称の位置に配置された切欠き同士が対をなし、2 個のガス流入用切欠き 2 5 と、2 個のガス排出用切欠き 2 6 を形成する。図 4 に示すように、サセプタ 4 の裏面側から見ると、ガス流入用切欠き 2 5 とガス排出用切欠き 2 6 は緩やかな曲線を描く幅広の溝である。溝の断面形状は、サセプタ 4 の外周からサセプタ 4 の中心部に向かうにつれて狭くなる方が好ましいが、一定であってもよい。

【0055】

図 1 4 に示すようにガス流入用切欠き 2 5 は右巻き方向で中心に向かって渦を巻くように形成され、ガス排出用切欠き 2 6 は右巻き方向で外側に向かって渦を巻くように形成される。

【0056】

図 1 5 に示すように、本実施の形態におけるサセプタ 4 は、ウェーハ 1 2 を載置する面 5 2 と、その面 5 2 の外周部に形成された掃気段部 5 1 を備える。面 5 2 はサセプタ 4 の上面からおおよそウェーハ 1 2 の形状に合わせて円形に凹んだ面である。掃気段部 5 1 は、面 5 2 よりも更にウェーハ裏面側に下がった段部であり、面 5 2 の外周に円環状に設けられ

た平坦面である。二点鎖線で示すウェーハ 12 は、掃気段部 51 よりも内側に形成された面 52 に載置され、外周部は掃気段部 51 の上を覆うように配置される。その結果、ウェーハ 12 と掃気段部 51 との間には、円環状空間 53 が形成される。なお、面 52 上には、メッシュ状の浅い細溝を形成する、いわゆるローレット加工を施していても良い。

【0057】

次に、本実施の形態におけるガス流入用切欠き 25 及びガス排出用切欠き 26 の断面形状について説明する。ガス流入用切欠き 25 とガス排出用切欠き 26 は共に同様な断面形状を有するため、ここではガス流入用切欠き 25 の断面形状についてのみ説明する。図 15 に示すように、ガス流入用切欠き 25 はサセプタ 4 の外周面から掃気段部 51 の開始位置に至るまで、中心方向に向かって溝を形成し、さらに、サセプタ 4 を斜めに 10～45° の角度で貫通して掃気段部 51 に開口を形成する。より好ましくはサセプタ 4 を 20° の角度で貫通するのがよい。

10

【0058】

図 14 の矢印 a で示すように、上方から見た場合にサセプタ 4 は反時計方向に回転する。すると、矢印 b で示すようにサセプタ 4 の下部チャンバ 7b 内のキャリアガスがガス流入用切欠き 25 から掃気段部 51 に流入し、矢印 c で示すようにガス排出用切欠き 26 から排出される。このように、サセプタ 4 の裏面側からガス流入用切欠き 25 を通ってキャリアガスが流入して、円環状空間 53 内を循環し、ガス排出用切欠き 26 を通ってサセプタ 4 の裏面側に排出される。

【0059】

したがって、第 2 の実施の形態におけるサセプタ 4 によれば、サセプタ 4 の表面側からサセプタ 4 の下方へ大量の原料ガスを流すことなく、ウェーハポケットに充満したドーパント種を含む雰囲気ガスを排出することが可能になる。

20

【0060】

〔第 3 の実施の形態〕

次に第 3 の実施の形態におけるサセプタの構造について、図 8～図 12 を用いて詳細に説明する。

【0061】

図 8 はサセプタ 4 の表面側の斜視図、図 9 はサセプタ 4 の裏面側の斜視図である。図 8 及び図 9 に示すようにサセプタ 4 は、サセプタ 4 の裏面側から厚さ方向でサセプタ 4 の中腹に至る 3 個の切欠きを備える。各切欠きは、サセプタ 4 の外周面に長方形の開口を有するガス流入用切欠き 27 である。図 9 に示すように、サセプタ 4 の裏面側から見ると、ガス流入用切欠き 27 は緩やかな曲線を描く幅広の溝である。溝の断面形状は、サセプタ 4 の外周からサセプタ 4 の中心部に向かうにつれて狭くなる方が好ましいが、一定であってもよい。

30

【0062】

図 10 はサセプタ 4 の平面図、図 11 はサセプタ 4 の底面図である。図 10 に示すように、サセプタ 4 は矢印 a で示すように時計回りに回転するため、ガス流入用切欠き 27 は左巻き方向で中心に向かって渦を巻くように形成される。各ガス流入用切欠き 27 は、サセプタ 4 の中心に対して互いに 120° の角度をなすように、等間隔に割り出した位置に設けられている。

40

【0063】

図 12 (a) は図 10 の A-A' 断面図である。図 12 (a) に示すように、ガス流入用切欠き 27 はサセプタ 4 の外周面からテーパ面 31 の開始位置に至るまで、中心方向に向かって溝を形成し、さらに、サセプタ 4 を斜めに 10～45° の角度で貫通してテーパ面 31 に開口を形成する。より好ましくはサセプタ 4 を 20° の角度で貫通するのがよい。その結果、サセプタ 4 の裏面にはサセプタ 4 の外周面から中心方向に向かって曲線を描く溝が形成され、テーパ面 31 に差し掛かったところでウェーハポケット 13 に貫通する。

【0064】

図 10 に示すように、本実施の形態におけるサセプタ 4 は、サセプタ中央部近辺すなわち

50

第2の段部32の平坦面に、サセプタ4を表面側から裏面側へ貫通するガス排出用開口28を設けている。図12(b)は、図10のC-C'断面図である。ガス排出用開口28は、ウェーハポケット13の第2の段部32の上面に開口を有し、サセプタ4を斜めに10〜45°の角度で貫通して、サセプタ4の裏面に再び開口を形成する。より好ましくはサセプタ4を20°の角度で貫通するのがよい。図10においては、ガス排出用開口28は断面形状を四角形に構成しているが、必ずしも四角形の必要はなく円形や三角形であってもよい。

【0065】

図8の矢印aで示すように、上方から見た場合にサセプタ4は時計方向に回転する。すると、矢印bで示すようにサセプタ4の下部チャンバ7b内のキャリアガスがガス流入用切欠き27からウェーハポケット13内に流入し、矢印cで示すようにウェーハポケット13内のガスがガス排出用開口28から排出される。このように、サセプタ4の裏面側からガス流入用切欠き27を通してキャリアガスが流入して、ウェーハポケット13内を循環し、ガス排出用開口28を通してサセプタ4の裏面側に排出される。

10

【0066】

したがって、第3の実施の形態におけるサセプタ4によれば、サセプタ4の表面側からサセプタ4の下方へ大量の原料ガスを流すことなく、ウェーハポケット13に充満したドーパント種を含む雰囲気ガスを排出することが可能になる。

【0067】

また、エピタキシャル成膜時におけるサセプタ4の回転を利用して、ウェーハポケット13内のガスを強制的に排出するため、ウェーハポケット13に充満したドーパント種を含む雰囲気ガスをウェーハ12の表面に回り込むのをより効果的に防止することができる。

20

【0068】

尚、本実施の形態においてガス流入用切欠き27は、サセプタ4の裏面側からテーパ面31に貫通している例を示したが、第2の段部32に貫通していても良い。また、ガス流入用切欠き27の個数は設計により種々の変更が可能であり、1個以上であればよい。

【0069】

第1〜第3の実施の形態に示したように、特に、ウェーハポケット13の形状は段部とテーパ面を組み合わせた構成である必要はなく、段部のみ或いはテーパ面のみ、またはいわゆるローレットというメッシュ状の浅い細溝が形成されてウェーハを多数の凸部と接触支持させる構成や、表面に被覆した炭化珪素の面粗度がウェーハ裏面よりもはるかに粗いことを利用する構成であってもよい。何れにしても本願発明は適用可能であり、サセプタ4の側面または裏面からウェーハポケット13内にガスを取り込み、再びサセプタ4の側面または裏面から排出する全ての構成に及ぶものである。

30

【0070】

[第4の実施の形態]

次に第4の実施の形態におけるサセプタの構造について、図17を用いて詳細に説明する。本実施の形態におけるサセプタの全体構成は、図8に示す第3の実施の形態におけるサセプタとほぼ同様であるため、同一部分については同一符号を付すことにより具体的な説明は省略する。

40

【0071】

図17はサセプタ4の表面側の斜視図である。本実施の形態におけるサセプタ4は、特に図17の太線で示すように、ガス逃がし溝20を備えた点に特徴を有する。ガス逃がし溝20は、テーパ面31に形成された円環状の浅い溝であり、各ガス流入用切欠き27のウェーハポケット13側の開口を連結するように形成されている。

【0072】

より詳細には、ガス逃がし溝20は溝幅3.0mm、溝深さ1.5mm程度で良く、もちろん、溝幅は3.0mm以上で溝深さが1.5mm以上であってもよい。排気効率を向上させる目的からは、溝幅は1.0mm以上で溝深さは0.5mm以上であることが望ましい。

50

【0073】

このように、各ガス流入用切欠き27のウェーハポケット13側の開口を連結する円環状のガス逃がし溝20を、テーパ面31に形成することにより、ガス逃がし溝20のある部分の排気効率を向上させ、或いは排気効率をウェーハの円周方向で均一化することができる。

【0074】

なお、本実施の形態におけるガス逃がし溝20を、上記第1の実施の形態におけるガス流入用切欠き25とガス排出用切欠き26のウェーハポケット側開口を連結する円環状に形成することも可能である。この場合においても、溝のある部分の排気効率を向上させ、或いは排気効率をウェーハの円周方向で均一化することができる。

10

【0075】

次に、本願発明のエピタキシャルウェーハ製造装置の全体の動作について、図1を用いて説明する。本動作説明においては、昇降機構や回転駆動機構の機械的な動作の説明は省略し、サセプタおよびリフトピンとウェーハとの動作関係、及び、それらの位置関係についてのみ説明する。

【0076】

まず、上下部の熱源8、9を作動させ、処理チャンバ2内のサセプタ4をウェーハの搬送に適した温度まで加熱する。ウェーハ搬送温度としては、800℃程度が好ましく、サーモセンサ等によってチャンバ2内のサセプタ4の温度を検知しながら上記の温度範囲を保つように制御する。同時に、ガス供給口10a及び下部供給口10bからキャリアガスを流し込み、上部チャンバ7a及び下部チャンバ7b内をキャリアガスによって充填する。チャンバ2はガス供給口10aの反対側にガス排出口11を有しており、ガス供給口10a及び下部供給口10bからガス排出口11に向かってキャリアガスが常時流れる。キャリアガスとしては一般に水素 H_2 を用いることが多く、通常、常温（室温）の状態でチャンバ2内へ供給される。

20

【0077】

次に、チャンバ2内が十分に加熱されキャリアガスが充填されたら、今度はチャンバ2内にウェーハ12を搬入する。ウェーハ12はインゴットからスライス加工され、研磨工程等を経てなり、薄い円板状をなしている。一例としては、直径300mm、厚さ0.7～0.75mm程度のものがある。このウェーハ12を石英製のハンドの上に載せ、ハンドをチャンバ2内に入れる。ウェーハ12を上昇したリフトピン23上に移載し、リフトピン23をゆっくりと下降させることによってウェーハ12がサセプタ4のウェーハポケット13に嵌り込み、左右方向の位置ずれが発生しない状態となる。

30

【0078】

上下部の熱源8、9を作動させ、ウェーハ表面温度をエピタキシャル成長に適した温度（1000～1200℃）に上昇させる。また、不図示の制御部からの指令によって回転駆動用モータを駆動し、サセプタ4を回転させる。サセプタ4の回転が安定したら、キャリアガスに原料ガスを混合して、ガス供給口10aを通して上部チャンバ7a内に原料ガスを供給する。原料ガスは、主にトリクロロシラン $SiHCl_3$ やジクロロシラン SiH_2Cl_2 等のクロロシラン系のシリコンソースガスに、ジボラン（P型）やホスフィン（N型）のドーパントガスが添加されたものである。

40

【0079】

ウェーハ12の表面を原料ガスを含むキャリアガスが流れ、ウェーハ表面にエピタキシャル層が成長し始める。ウェーハ12はサセプタ4に収容された状態で水平面内で回転しているため、ウェーハ12の表面にはほぼ均一な厚さを有するエピタキシャル層が成長する。このとき、ウェーハ表面において、熱CVD反応によるシリコンエピタキシーとともに副生成物としてHClが生成する。

【0080】

従来の装置によれば、ウェーハ表面においてはシリコンエピタキシーが進行するが、ウェーハ裏面においては主にガス拡散による回り込みによりウェーハポケット13内にSi-

50

H-C1系雰囲気が残るため、Si-H-C1系雰囲気でウェーハ裏面からのドーパント種の放出が起こる。

【0081】

上記の通り、第1～第4の実施の形態において説明した本願のサセプタ4によれば、ウェーハ表面への成膜処理時の回転を利用して、サセプタ4の側面または裏面から下部チャンバ7b内のキャリアガス（原料ガスを含まない水素ガス H_2 ）を吸気し、ウェーハポケット13内を循環させた後、サセプタ4の側面または裏面から排出する。その後、ガス排出口11の下側の開口からチャンバ外へ排出される。そのため、ウェーハポケット13内にSi-H-C1系雰囲気が留まることを防止でき、ウェーハ裏面からのドーパント種の放出の影響を抑制することができる。

10

【0082】

所望の厚さのエピタキシャル層が成長したら、原料ガスの供給を停止し、熱源8、9を制御してチャンバ2内をウェーハ搬送温度に下げる。そして、処理済みのウェーハ12をチャンバ2内から搬出する。搬出は、搬入とは逆の手順に従えばよい。

【0083】

次に、本願におけるエピタキシャルウェーハ製造装置の変形例について説明する。図13は、エピタキシャルウェーハ製造装置40の概略構造を示す縦断面である。このエピタキシャルウェーハ製造装置40自体の概略構造は、図1を用いて説明したエピタキシャルウェーハ製造装置1とほぼ同様であるため、同様部分については同符号を付して詳細な説明は省略する。

20

【0084】

エピタキシャルウェーハ製造装置40は、ベースリング3に形成された重ガス供給口45に、重ガス供給手段41及びキャリアガス供給手段42を連結している。重ガス供給手段41には重ガス源44が流量調整手段43を介して接続されており、重ガス源44から供給される重ガスは流量調整手段43によって所望の供給量に調整される。重ガス供給手段41から供給される重ガスは、キャリアガス供給手段42から供給されるキャリアガスと混合され、重ガス供給口45から下部チャンバ7bへ供給される。ガス供給口10aから供給されるガスおよび重ガス供給口45から供給されるガスの供給量は、不図示のプロセスコントローラにより制御される。

【0085】

重ガス供給口45はガス供給口10aと交わることなく、チャンバ2外部から重ガスを下部チャンバ7bにのみ供給する。重ガスとしては、例えばアルゴンガスを用いることができる。基本的には、上部チャンバ7aに供給されるキャリアガスよりも重いことが必要である。重ガス源44としては、アルゴンガスタンクまたはアルゴンガス精製プラントからの配管を使用することができ、また、流量調整手段43としては、マスフローコントローラを使用することができる。

30

【0086】

重ガス供給口45から供給されたアルゴンガス等の重ガスは、チャンバ2の下部チャンバ7b内に充満する。重ガスは上部チャンバ7aに供給されるキャリアガスよりも重いため、下部チャンバ7b内を重ガスで満たすことにより、上部チャンバ7aからキャリアガスとともに原料ガスが流れ込むのを防止することができる。その結果、サセプタ4の表面側からサセプタ4の下方側へ大量の原料ガスを流すことなく、ウェーハポケットに充満したドーパント種を含む雰囲気を排出することができる。なお、図13においては、重ガス供給口45はキャリアガスと重ガスの混合ガスを供給する場合について例示しているが、キャリアガス供給口と重ガス供給口を独立して設けてもよい。

40

【0087】

【発明の効果】

本願のサセプタ構造によれば、サセプタの表面側からサセプタの下方へ大量の原料ガスを流すことなく、ウェーハポケットに充満したドーパント種を含む雰囲気を排出することが可能になる。

50

【0088】

また、本願のサセプタ構造によれば、エピタキシャル成膜時におけるサセプタの回転を利用してウェーハポケット内のガスを強制的に排出するため、ウェーハポケットに充満したドーパント種を含む雰囲気ガスをウェーハの表面に回り込むのをより効果的に防止することができる。

【0089】

更に、ガス流入用切欠きとガス排出用切欠きを対称形状に形成することにより、サセプタを正逆何れの方法に回転させた場合であっても、ウェーハポケット内のガスを強制的に排出することができる。

【0090】

本願のエピタキシャルウェーハ製造装置によれば、上部チャンバに供給するキャリアガスよりも重いガスを下部チャンバに供給することにより、下部チャンバ内が重ガスで満たされ、上部チャンバからキャリアガスとともに原料ガスが流れ込むのを防止することができる。その結果、サセプタの表面側からサセプタの下方側へ大量の原料ガスを流すことなく、ウェーハポケットに充満したドーパント種を含む雰囲気ガスを排出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本願のエピタキシャルウェーハ製造装置の概略を示す、縦断面図である。

【図2】サセプタの概略を示す、縦断面図である。

【図3】第1の実施の形態におけるサセプタの表面側の斜視図である。

【図4】第1の実施の形態におけるサセプタの裏面側の斜視図である。

【図5】第1の実施の形態におけるサセプタの平面図である。

【図6】第1の実施の形態におけるサセプタの底面図である。

【図7】図5に示すサセプタのB-B'断面図である。

【図8】第3の実施の形態におけるサセプタの表面側の斜視図である。

【図9】第3の実施の形態におけるサセプタの裏面側の斜視図である。

【図10】第3の実施の形態におけるサセプタの平面図である。

【図11】第3の実施の形態におけるサセプタの底面図である。

【図12】(a)は図10に示すサセプタのA-A'断面図、(b)は図10に示すサセプタのC-C'断面図である。

【図13】本願のエピタキシャルウェーハ製造装置の他の例を示す、縦断面図である。

【図14】第2の実施の形態におけるサセプタの平面図である。

【図15】図14に示すサセプタのD-D'断面図である。

【図16】従来技術のサセプタの概略を示す、縦断面図である。

【図17】第4の実施の形態におけるサセプタの表面側の斜視図である。

【符号の説明】

1…エピタキシャルウェーハ製造装置

2…チャンバ

3…ベースリング

4…サセプタ

5…上部窓

6…下部窓

7 a…上部チャンバ 7 b…下部チャンバ

8…熱源

9…熱源

10 a…ガス供給口 10 b…下部供給口

11…ガス排出口

12…ウェーハ

13…ウェーハポケット

14…サセプタ支持軸

15…サセプタアーム

10

20

30

40

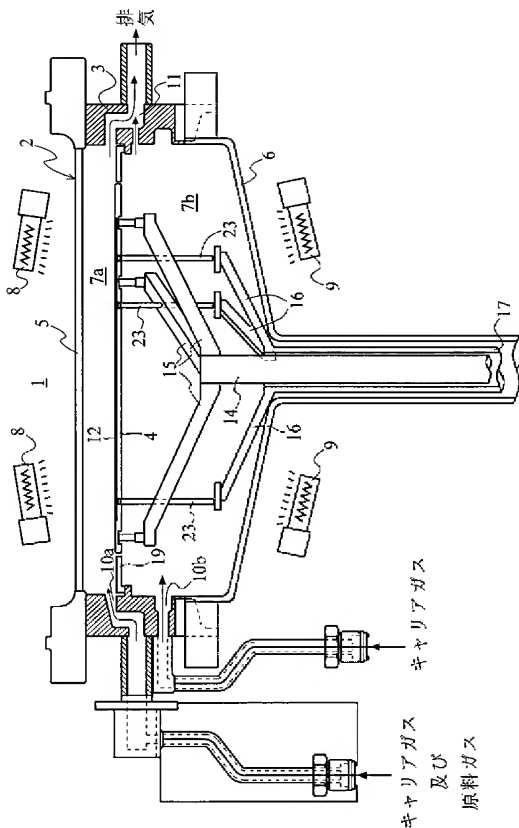
50

- 16 … リフトアーム
 17 … リフト軸
 19 … 余熱リング
 20 … ガス逃がし溝
 22 … 貫通穴 22' … 皿状穴
 23 … リフトピン
 24 … 頭部 24a … 上部 24b … テーパー面
 25 … ガス流入用切欠き
 26 … ガス排出用切欠き
 27 … ガス流入用切欠き
 28 … ガス排出用開口
 30 … 第1の段部
 31 … テーパー面
 32 … 第2の段部
 40 … エピタキシャルウェーハ製造装置
 41 … 重ガス供給手段
 42 … キャリアガス供給手段
 43 … 流量調整手段
 44 … 重ガス源
 45 … 重ガス供給口
 50 … 孔部
 51 … 掃気段部
 52 … 面
 53 … 円環状空間。

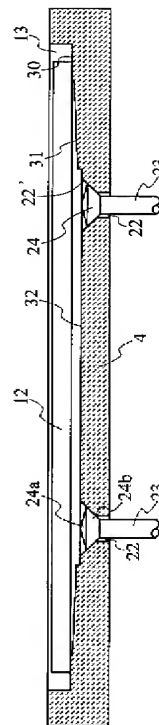
10

20

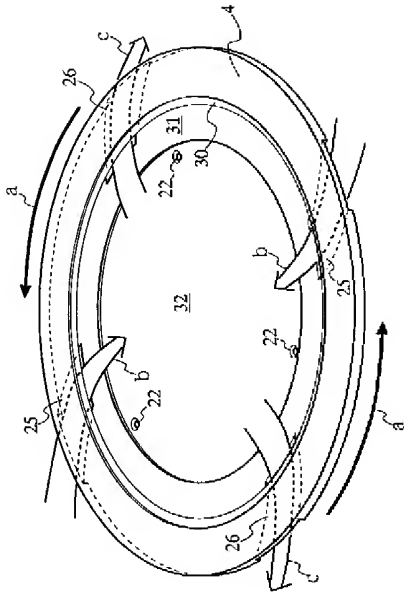
【図1】



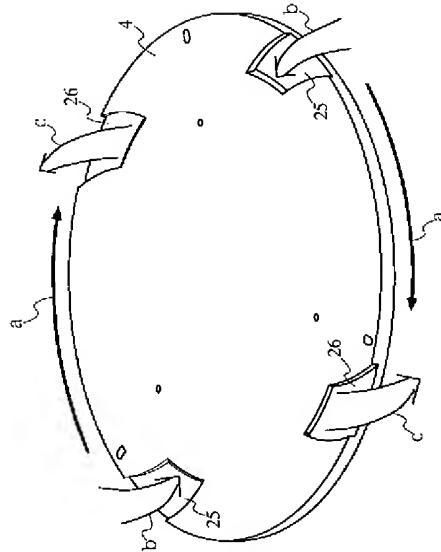
【図2】



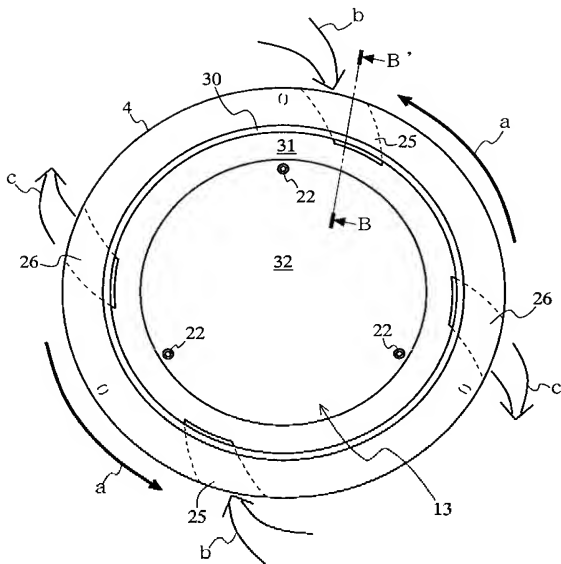
【図 3】



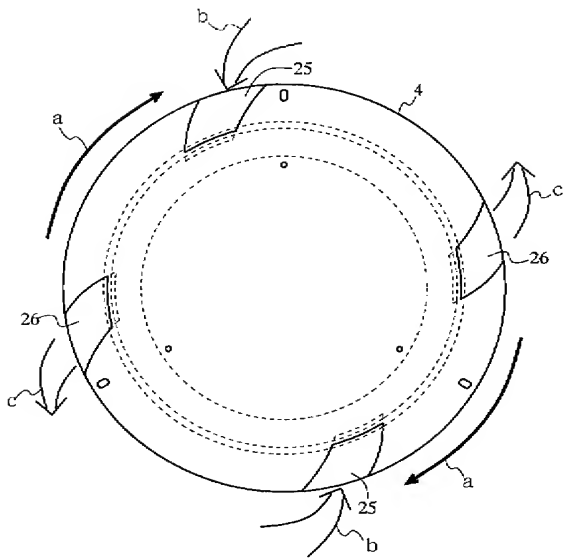
【図 4】



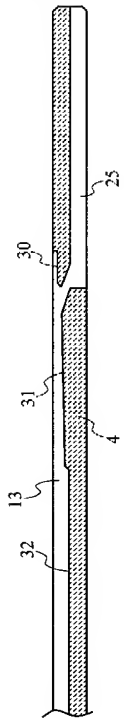
【図 5】



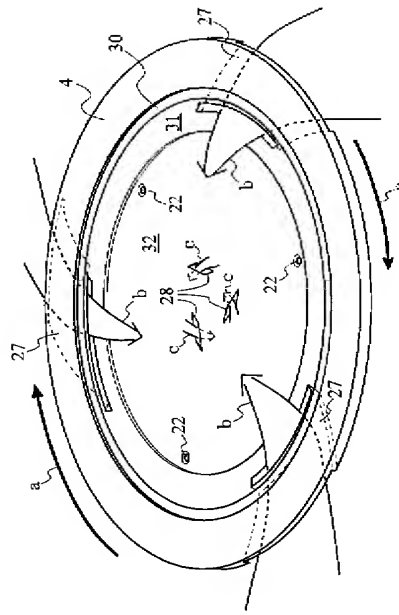
【図 6】



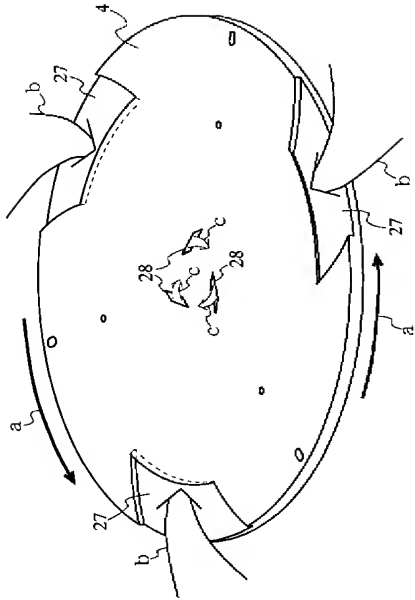
【図 7】



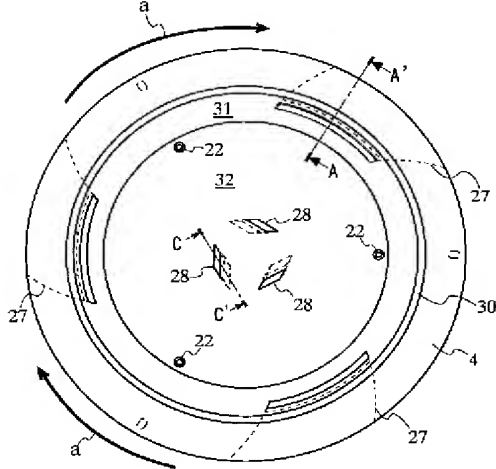
【図 8】



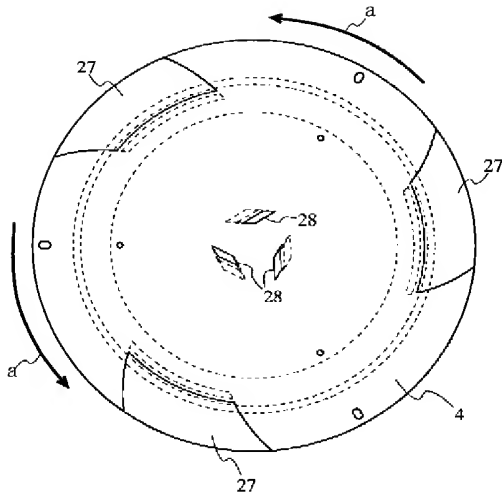
【図 9】



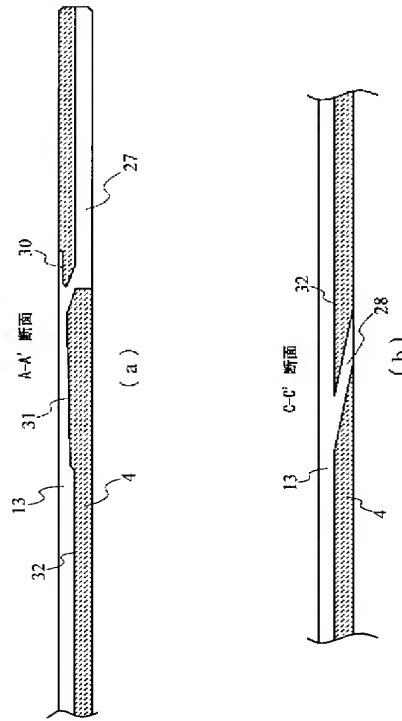
【図 10】



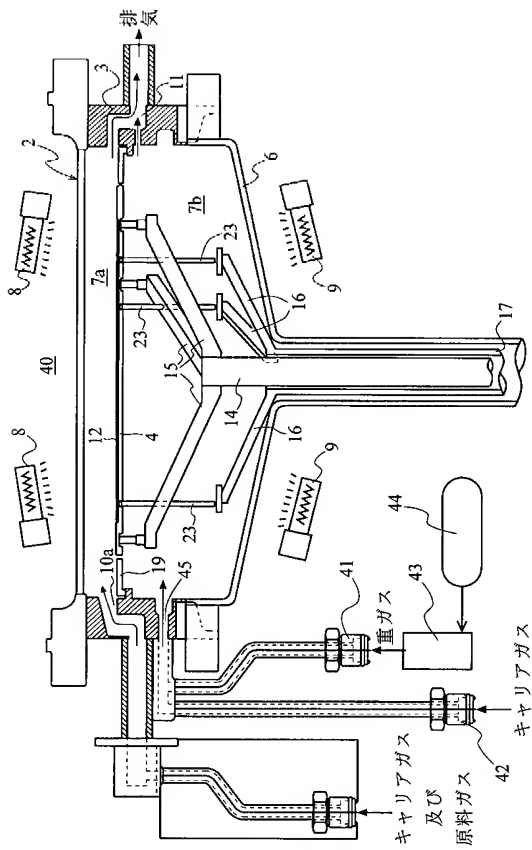
【図 1 1】



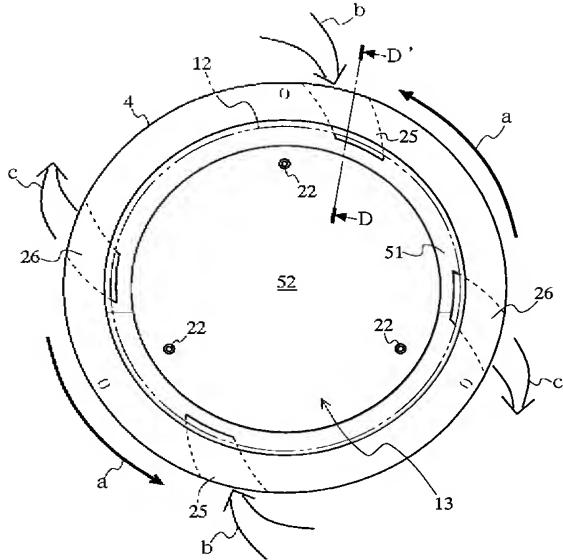
【図 1 2】



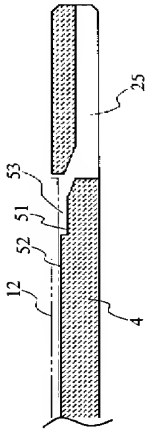
【図 1 3】



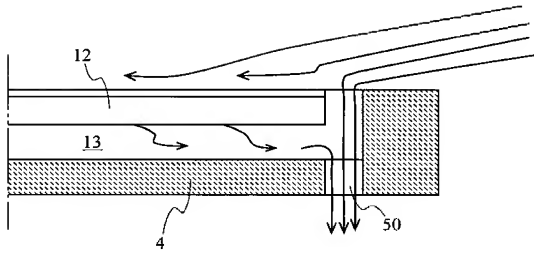
【図 1 4】



【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



【 図 1 7 】

